

PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKERASAN KAKU DENGAN MENGUNAKAN METODE Pd-T-14-2003 DAN AASHTO 93 PADA JALAN KARTINI DEPOK

Achmad Nadjam¹⁾, Vindi Prana Prasetya²⁾ dan Galih Hardika Trisetia³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

Email: achmad.nadjam@yahoo.com¹⁾, vidiprasetya@gmail.com²⁾,
galihtridika@gmail.com³⁾

ABSTRACT

Planning rigid pavement in Indonesia known as Method 1993 and Pd AASHTO T-14-2003. Researchers want to compare the two methods above with the object of research on Jalan Raya Kartini kecamatan Pancoran Mas, Depok. Issues raised is how thick rigid pavement in accordance with the existing conditions and parameters of any parameters that influence the design of rigid pavement thickness. The method used is to calculate rigid pavement thickness with both the above method that begins with the collection of primary data (LHR) and secondary data (CBR, the existing pavement thickness = 20 cm and LHR previous year). Results of analysis of traffic on the roads Kartini planning ESAL 20 years amounted to 14,386,583. Pavement thickness obtained from methods of AASHTO 1993 by 22.5 cm, while the pavement thickness obtained from methods Pd T-14-2003 18.8 cm. Output existing research suggests that thick is safe to use during the life of the plan (20 years), the existing thick because thicker than one of the methods used. Although there are several different parameters, this is because those parameters are adjusted each - each country where such methods are created. But both methods are equally based on the ability of concrete to resist bending loads.

Keywords: AASHTO 1993, Pd T-14-2003, ESAL, LHR

ABSTRAK

Perencanaan perkerasan kaku di Indonesia dikenal dengan Metode AASHTO 1993 dan Pd T-14-2003. Peneliti ingin membandingkan kedua metode diatas dengan obyek penelitian di ruas Jalan Raya Kartini kecamatan Pancoran Mas Depok. Permasalahan yang dikemukakan adalah berapa tebal perkerasan kaku yang sesuai dengan kondisi eksisting tersebut dan parameter parameter apa saja yang berpengaruh terhadap disain tebal perkerasan kaku. Metode yang digunakan adalah menghitung tebal perkerasan kaku dengan kedua metode diatas yang diawali dengan pengumpulan data primer (LHR) dan data sekunder (CBR, tebal perkerasan eksisting = 20 cm dan LHR tahun sebelumnya). Hasil analisa traffic ruas jalan Kartini pada perencanaan 20 tahun sebesar 14.386.583 ESAL. Tebal perkerasan yang didapat dari metode AASHTO 1993 sebesar 22,5 cm, sedangkan tebal perkerasan yang didapat dari metode Pd T-14-2003 sebesar 18,8 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tebal eksisting tersebut aman digunakan selama umur rencananya (20 tahun), dikarenakan tebal eksisting tersebut lebih tebal dari salah satu metode yang digunakan. Meskipun ada beberapa parameter yang berbeda, hal ini dikarenakan parameter-parameter tersebut disesuaikan masing – masing negara dimana metode tersebut diciptakan. Tetapi kedua metode ini sama-sama didasarkan pada kemampuan beton dalam menahan beban lentur.

Kata kunci : AASHTO 1993, Pd T-14-2003, ESAL, LHR

PENDAHULUAN

Ruas jalan Raya Kartini yang terletak di Kecamatan Pancoran Mas, Kota Depok banyak dilewati oleh kendaraan kecil, kendaraan berpenumpang dan kendaraan berat karena merupakan akses lain menuju Kabupaten Bogor dan Kota Depok. Banyaknya kendaraan yang melintas akan menimbulkan beban kepada struktur perkerasan. Ada dua metode perencanaan perkerasan kaku yang digunakan di Indonesia yaitu metode AASHTO 93 [1] dan Pedoman Konstruksi dan Bangunan (Pd T-14-2003) [5]. Parameter parameter perencanaan dari kedua metode diatas terlihat berbeda namun keduanya dipakai dalam perencanaan tebal perkerasan kaku di Indonesia. Maka dari itu peneliti akan melakukan analisis perbandingan tebal perkerasan eksisting dengan tebal perencanaan perkerasan kaku oleh 2 (dua) metode, yaitu metode AASHTO 93 dan Pd T - 14 - 2003. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah : Melakukan evaluasi perencanaan perhitungan tebal lapis perkerasan kaku dengan menggunakan metode Pd T - 14 - 2003 dan AASHTO 1993. Membandingkan parameter-parameter yang berperan dalam menentukan tebal perkerasan kaku pada kedua metode Pd T - 14 - 2003 dan AASHTO 1993.

Dalam melakukan perencanaan perkerasan beton semen untuk jalan yang melayani lalu lintas rencana lebih dari satu juta sumbu kendaraan niaga harus didasarkan pada Pd T-14-2003[5] :

- Perkiraan lalu lintas dan komposisinya selama umur rencana.
- Kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dengan CBR (%).
- Kekuatan beton yang digunakan.
- Jenis bahu jalan.
- Jenis perkerasan.
- Jenis penyaluran beban.

Parameter Perencanaan Perkerasan Kaku pada Pd T-14-2003 [5]. adalah :

1. **Lalu Lintas** : Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan

perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton (Pd T-14-2003). Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri dari 4 (empat) jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

2. **Tanah Dasar** : Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Parameter yang digunakan adalah modulus reaksi tanah dasar (k) yang didapat melalui metode pengujian AASHTO T.222-81 atau dari korelasi nilai CBR. Nilai k minimal adalah 2kg/cm³. Sifat yang perlu diperhatikan dari tanah dasar adalah kembang susut, intrusi dan pumping, dan keseragaman daya dukung tanah dasar.

1. **Pondasi Bawah** : Lapisan pondasi atau kadang-kadang juga dianggap sebagai lapisan pondasi bawah jika digunakan dibawah perkerasan beton karena beberapa pertimbangan yaitu untuk kendali terhadap *pumping*, kendali terhadap system drainase (drainase bawah perkerasan), kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar, untuk mempercepat pekerjaan konstruksi, serta menjaga kerataan tanah dasar.

Bahan pondasi bawah dapat berupa bahan berbutir, campuran beton kurus (Lean-Mix Concrete) dan stabilisasi.[4]

2. Beton Semen

Kekuatan beton semen harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexural strength) umur 28 hari. Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

$$f_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ (MPa) atau } f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0,50} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan pengertian :

f_c' : kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm^2)

f_{cf} : kuat tarik beton 28 hari (kg/cm^2)

K: konstanta, 0,7 untuk agregat tidak pecah dan 0,75 untuk agregat pecah.

3. Faktor Erosi dan Fatik : Prosedur perencanaan perkerasan kaku didasarkana atas dua model kerusakan yaitu :

- 1) Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat.
- 2) Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan. Perancangan yang didasarkan pada erosi bertujuan untuk mengantisipasi risiko erosi, pemompaan (pumping) material dibawah pelat dan patahan pada bahu. [3]

Parameter Perencanaan Perkerasan Kaku dengan Metode AASHTO 1993[1]

1. **Lalu - Lintas** : Prosedur perencanaan untuk parameter lalu lintas didasarkan pada kumulatif beban gandar standar ekuivalen (*Equivalent Standard Axle Load*, ESAL). Perhitungan untuk ESAL ini didasarkan pada konversi lalu lintas yang lewat terhadap beban gandar standar 8,16 kN dan mempertimbangkan umur rencana, volume lalu lintas, faktor distribusi arah dan lajur, Nilai ESAL (W_{18}) dengan rumus :

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times DF_j \times D_A \times D_L \times 365$$

D_A : Distribusi arah untuk kaku antara 0,3 – 0,7

D_L : Distribusi lajur untuk 2 arah antara 80% - 100%

DF : Nilai *Damage Factor* dari tiap kendaraan yang melintas

LHR_j : Nilai LHR_j didapat dari perhitungan regresi linear sederhana

2. **Menentukan Nilai Reliability (R)**, Nilai Reliability adalah suatu kemungkinan bahwa tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkatan tertentu dari sisi pandangan para pengguna jalan sepanjang umur yang direncanakan. Nilai Reliability sebagai jaminan bahwa perkiraan beban volume kendaraan yang akan memakai jalan tersebut dapat dipenuhi. Nilai reliabilitas berkisar antara 50% sampai 99,99%

3. **Menentukan Nilai Standard Deviasi (So)**, Standard deviasi (S_o) didapat dari nilai reliability. Semakin tinggi reliability yang dipakai semakin tinggi tingkat mengatasi kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain dan kenyataan. *Standard Deviation* untuk *rigid pavement* : $S_o = 0,30 - 0,40$ (AASHTO 1993).

4. **Kemampuanlayanan (Serviceability, Δ PSI)**, Kemampuan layanan adalah kemampuan struktur perkerasan tersebut dalam menahan beban volume kendaraan dan pengaruh lingkungan selama umur kinerjanya. Untuk menghitung *serviceability loss* menggunakan rumus :

$$\Delta PSI = p_o - p_t \dots \dots \dots (3)$$

Nilai *initial serviceability* (p_o) untuk *rigid pavement* : $p_o = 4,5$ Nilai *terminal serviceability* (p_t) antara 2-3

5. **Menentukan Modulus Efektif Reaksi Tanah Dasar (k)**, Modulus of subgrade reaction (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar. Nilai Modulus Reaksi Tanah Dasar (k) didapat dari persamaan berikut :

$$k = \frac{MR}{19,4} = \frac{1.500 \times CBR}{19,4} \dots\dots\dots(4)$$

dimana; k : Modulus tanah dasar

6. **Menentukan Modulus Elastisitas Beton (Ec)**, Modulus elastisitas beton berdasarkan nilai flexural strength dan kuat tekan beton Nilai Elastisitas Beton dihitung menggunakan rumus

$$E_c = 57.000 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots(5)$$

dimana;

Ec : Modulus Elastisitas Beton

fc' : Kuat tekan beton silinder

7. **Menentukan Kuat Lentur Beton (S'c)**, Tegangan kritis terjadi akibat melendutnya perkerasan. Oleh karena itu kekuatan lentur beton (*flexural strength*) yang dipakai dalam perencanaan Flexural strength (modulus of rupture) : $S_c' = 45 \text{ kg/cm}^2$.

8. **Menentukan Load Transfer Coefficient (J)**

Nilai load transfer yang diperoleh dari nilai lendutan pada titik pengujian di tengah pelat dan pada sambungan merupakan gambaran dari penyebaran beban yang diterima setiap sambungan pelat tersebut. Load Transfer Coefficient (J) ditentukan untuk mengetahui Load Transfer Rencana(Shoulder) dan jenis perkerasan apakah menggunakan Asphalt dan PCC (AASHTO, 1993).

Joint dengan dowel :

$$J = 2,5 - 3,1 \text{ (AASHTO 1993)}$$

Untuk *Overlay Design* :

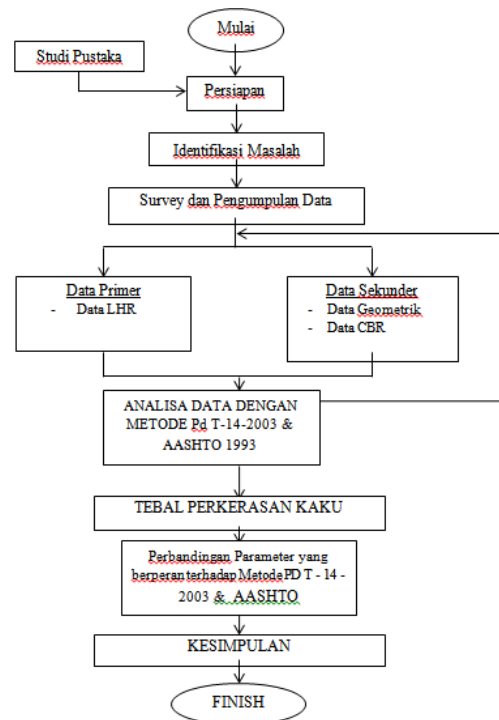
$$J = 2,2 - 2,6 \text{ (AASHTO 1993)}$$

9. **Menentukan Koefisien Drainase (Cd)**, Merupakan faktor keamanan bilamana terjadi suatu erosi di lapisan bawah pelat beton karena

pengaruh air terhadap peluang terjadinya erosi yang dapat menyebabkan menurunnya daya dukung subgrade. *Drainage coefficient* (Cd) berkisar antara 1,00-1,25 :

METODE PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dengan pengumpulan data primer (LHR) dan data sekunder (LHR, CBR dan Geometrik) yang kemudian dianalisis sesuai dengan metode Pedoman Konstruksi Bangunan Pd T - 14 - 2003 maupun metode AASHTO 1993, dengan tahapan pelaksanaan sesuai gambar 1, Bagan Alir dibawah ini :



Langkah selanjutnya adalah menganalisa parameter-parameter yang berperan pada kedua metode diatas (Pd T - 14 - 2003 maupun metode AASHTO 1993), kemudian memberi kan rekomendasi, metode mana yang paling cocok/sesuai digunakan untuk perencanaan ruas jalan Kartini Depok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan Metode AASHTO 1993, dari data yang telah diperoleh dan hasil survey yang telah dilakukan, mengacu pada nilai CBR 1,7% maka disain parameter diperlihatkan dibawah ini :

1. Umur Rencana = 20 tahun
2. Lalu Lintas, ESAL= 14386583.5
3. Initial Serviceability = 4,5
4. Terminal Serviceability = 2,5
5. Serviceability Loss (ΔPSI) = 2
6. Realiability (R)= 80 %
7. Standard Normal Deviation (Z_R) = - 0.841
8. Standard Deviation (S_o) = 0,30
9. Modulus Reaksi Tanah Dasar (k) = 131.443299 pci
10. Modulus Elastisitas Beton (E_c) = 4021228 psi
11. Flexural Strength (S_c') = 612 psi
12. Drainage Coefficient (C_d) = 1,15
13. Load Transfer Coefficient (J) = 2,7

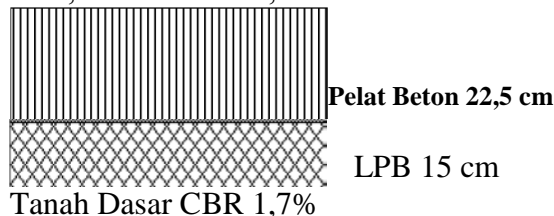
Dari 13 parameter yang diatas, tebal perkerasan rigid pavement dengan nilai D didapat dari coba-coba.

$$\log_{10}(14386583.5) = (-0.841 \times 0,30) + 7,35$$

$$\log_{10}(8.841+1) - 0,06 + \frac{\log\left[\frac{2}{3}\right]}{1 + \left[\frac{1,624 \times 10^7}{(8,841+1)^{8,46}}\right]} + \frac{(4,22 - 0,32 \times (2,5)) \times \log_{10}\left[\frac{612 \times 1,15 \times [8,841^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times 2,7 \times [8,841^{0,75} - \frac{18,42}{(4021228)^{0,25}}]}\right]}{\left(\frac{4021228}{131.443299}\right)^{0,25}}$$

$$7.157958 = 7.157916327$$

diperoleh tebal rigid pavement dengan Metode AASHTO 1993 adalah 8,841 inch = 22,45614 cm \approx 22,5 cm



Gambar 1. Penampang Potongan Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993

Dengan Metode Pd T - 14 – 2003, data yang telah diperoleh dan hasil survei yang telah dilakukan diketahui data parameter perencanaan adalah sebagai berikut :

- CBR tanah dasar = 1,7 %
- Kuat tarik lentur (fcf) = 4,22 Mpa (f'c = 350 kg/cm²)
- Bahu jalan = Ya (beton).
- Ruji (dowel) = Ya
- Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)
- Data lalu-lintas harian rata-rata 2016 :
 - Mobil penumpang : 11481 buah/hari
 - Bus : 243 buah/hari
 - Truk 2as kecil : 1962 buah/hari
 - Truk 2as besar : 409 buah/hari
 - Truk 3 as : 179 buah/hari
 - Truk gandengan : 0 buah/hari
 - Umur rencana (UR) : 20 th.

Dengan tebal 188 mm, CBR eff 5% didapat :

Tegangan ekivalen (TE) :

$$STRT = 1,01$$

$$STRG = 1,60$$

$$STdRG = 1,37$$

Faktor Erosi (FE) :

$$STRT = 1,87$$

$$STRG = 2,47$$

$$STdRG = 2,58$$

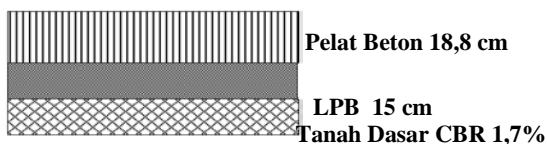
Dari data diatas dihitung analisa Fatik dan Erosi pada tebal 188 mm, seperti pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Analisa Fatik dan Erosi Slab 188 mm

Jenis Sumbu	Beban (Kn)	Beban Rencana per Roda (Kn)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi		
					Repetisi ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi ijin	Persen Rusak (%)	
STRT	60	33	475081	TE= 1,01	TT	0	TT	0	
	50	27,5	1085521	FRT= 0,24	TT	0	TT	0	
	40	22	5207315	FE= 1,87	TT	0	TT	0	
	30	16,5	644943		TT	0	TT	0	
	20	11	5207315		TT	0	TT	0	
STRG	80	22	3118678	TE= 1,60	TT	0	TT	0	
	50	13,75	1852906	FRT= 0,38	TT	0	TT	0	
				FE= 2,47					
STdRG	140	19,25	1529718	TE= 1,37	TT	0	TT	0	
				FRT= 0,32					
				FE= 2,58					
Total						0	<100	0,00	<100

Sumber : Hasil Perhitungan analisa Fatik dan Erosi

Dari tabel diambil tebal pelat beton 18,8 cm, karena dari perhitungan di atas presentase kerusakan akibat fatik dan erosi lebih kecil dari 100%.



Gambar 2. Penampang Potongan Perkerasan Kaku Metode Pd T - 14 - 2003

Hasil analisa dan perbandingan parameter dari metode Pd T - 14 - 2003 dengan AASHTO 1993

a. Lalu lintas

Dalam menentukan beban lalu lintas rencana metode Pd T-14-2003, dinyatakan dalam jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada jalur rencana selama umur rencana sesuai dengan konfigurasi sumbu pada tiap jenis kendaraan dan mempertimbangkan faktor distribusi lajur, faktor bangkitan lalu lintas, kendaraan yang ditinjau adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Semua parameter ini dinyatakan

sebagai Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN). Sedangkan pada metode AASHTO 1993 lalu lintas rencana dinyatakan dalam W18 yaitu perhitungan ESAL yang didasarkan pada konversi lalu lintas lewat terhadap beban gandar standar 8,16 ton dan mempertimbangkan umur rencana, volume lalu lintas, faktor distribusi lajur, serta faktor bangkitan lalu lintas.

b. Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah perbandingan antara kekuatan minimum material dengan pembebanan aktual yang terjadi pada material. Faktor keamanan untuk perencanaan perkerasan kaku berdasarkan metode Pd T-14-2003 dinyatakan dengan faktor keamanan beban (fkb) yang memiliki besaran lebih dari 1. Sedangkan pada metode AASHTO 1993 dinyatakan dengan faktor keandalan (reliability) yang memiliki besaran kurang dari 1. Dengan demikian, faktor keamanan yang digunakan metode Pd T-14-2003 maupun AASHTO 1993 sama –

sama memiliki fungsi menjaga agar ketebalan lapisan dapat dipakai sesuai dengan umur rencana.

c. Kekuatan Beton

Kekuatan beton berdasarkan peraturan Pd T-14-2003 maupun AASHTO 1993 ditentukan oleh uji kuat tekan beton walaupun kuat tekan beton tidak diperhitungkan dalam perencanaan perkerasan kaku namun besaran pada kuat tekan beton berbanding lurus dengan besaran yang ada pada kuat lentur beton. Kuat lentur beton inilah yang digunakan dalam perencanaan perkerasan kaku, sehingga melalui nilai kuat tekan beton kita dapat mengetahui besaran minimum kuat lentur beton secara tipikal sekitar 3–5 MPa (30-50 kg/cm²). Dengan kata lain beton tersebut juga harus memiliki kuat tekan sebesar 17,8–49,2 Mpa (178–492 kg/cm²). Dalam metode AASHTO 1993 uji kuat tekan beton tidak hanya digunakan untuk mengetahui besaran kuat lentur beton saja, tetapi juga digunakan untuk mengetahui modulus elastisitas beton.

d. Struktur Bawah

Pada struktur bawah untuk perkerasan kaku berdasarkan metode Pd T-14-2003 memperhitungkan modulus reaksi tanah dasar (k), dan pondasi bawah. Sedangkan pada AASHTO 1993 memperhitungkan koefisien drainase (cd), dan juga modulus reaksi tanah dasar (k). Kedua hal tersebut diperlukan untuk menentukan nilai minimum daya dukung tanah.

e. Faktor Beban

Faktor beban yang diperhitungkan dalam perencanaan perkerasan kaku adalah distribusi beban sumbu kendaraan. Dalam pendistribusian beban baik metode Pd T-14-2003 maupun AASHTO 1993 sama - sama dipengaruhi oleh adanya alat transfer beban (seperti dowel), namun faktor distribusi beban pada metode Pd T-

14-2003 tidak dapat langsung digunakan dalam menentukan tebal perkerasan melainkan digunakan terlebih dahulu untuk mendapatkan faktor erosi analisis fatik dan tegangan ekuivalen.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tebal pelat beton berdasarkan perhitungan metode Pd T - 14 - 2003 adalah 18,8 cm, metode AASHTO 1993 adalah 22,5 cm, kemudian tebal pelat eksistingnya sebesar 20 cm. Hal ini menunjukkan bahwa tebal eksisting tersebut aman digunakan selama umur rencananya atau sampai tahun 2032 dikarenakan tebal eksisting tersebut lebih tebal dari salah satu metode yang digunakan. Adanya perbedaan hasil perhitungan tebal pelat beton antara metode Pd T - 14 - 2003 dengan metode AASHTO 1993 disebabkan perbedaan parameter input masing – masing metode.
2. Parameter – parameter yang digunakan oleh Metode Pd T - 14 - 2003 dan Metode AASHTO pada intinya adalah untuk mendapatkan ketebalan perkerasan kaku yang sesuai dengan faktor beban lalu–lintas yang dihitung dan juga faktor lain yang berpengaruh terhadap konstruksi beton itu sendiri. Meskipun ada beberapa parameter yang berbeda, hal ini dikarenakan parameter-parameter tersebut disesuaikan masing – masing negara dimana metode tersebut diciptakan. Tetapi kedua metode ini sama-sama didasarkan pada kemampuan beton dalam menahan beban lentur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada P3M PNJ yang telah memberikan bantuan dana dalam melaksanakan Penelitian Internal dengan judul: Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku dengan menggunakan metode Pd-t-14-2003 dan AASHTO 93 pada Jalan Kartini Depok.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AASHTO. 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington DC.
- [2] Aly, Anas. 2004. *Perkerasan Beton Semen*. Jakarta: Yayasan Pengembangan Teknologi dan Manajemen.
- [3] Hardiyatmo, Hary Christady. 2015. *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- [4] Manu, Agus Iqbal. 1995. *Perkerasan Kaku*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [5] Pd T-14-2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.